

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl.

G03B 21/62

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99816812.2

[43] 公开日 2002 年 7 月 31 日

[11] 公开号 CN 1361881A

[22] 申请日 1999.10.25 [21] 申请号 99816812.2

[30] 优先权

[32] 1999.6.18 [33] US [31] 09/335,994

[86] 国际申请 PCT/US99/24833 1999.10.25

[87] 国际公布 WO00/79340 英 2000.12.28

[85] 进入国家阶段日期 2001.12.17

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 R·S·莫什雷夫扎德 J·C·内尔森
P·A·托马斯

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

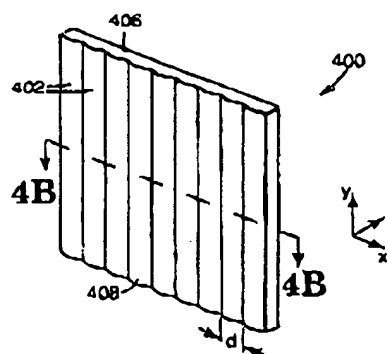
代理人 李 玲

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图页数 11 页

[54] 发明名称 带不同光学放大率双面凸状透镜的投影屏

[57] 摘要

一种背投屏, 它把双面凸状透镜膜作光色散元件。单块双面凸状透镜膜包括诸焦距不同的双面凸状透镜, 或包括以二维图案构成的双面凸状透镜。正如处于特定位置的观看者所看到的那样, 双面凸状透镜膜提高了整个屏上的亮度均一性。该特定位置一般被选成观看者在特定应用场合中最有可能的位置。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

权 利 要 求 书

1、一种与光源联用的背投屏，包括：

有第一表面的膜，第一表面的一部分限定第一双面凸状透镜图案，第一双面凸状透镜图案的第一区域包括至少一个具有第一焦距的聚焦元件，而双面凸状透镜图案的第二区域包括至少一个具有不同于第一焦距的第二焦距的聚焦元件。

2、如权利要求 1 的屏，其中第一双面凸状透镜图案在第一与第二区域之间具有第三区域，在第三区域中的至少一个聚焦元件具有不同于第一与第二焦距的第三焦距。

3、如权利要求 1 的屏，其中相邻聚焦元件间的节距在整个屏上均一。

4、如权利要求 1 的屏，其中膜通过第一观察角沿第一方向对光色散，并通过第二观察角沿与第一方向正交的第二方向对光色散，第二观察角不同于第一观察角。

5、如权利要求 1 的屏，其中膜在与第一表面相对的第二表面上具有第二双面凸状透镜图案。

6、如权利要求 5 的屏，其中第二双面凸状图案具有第四与第五区域，第四区域具有至少一个具有第四焦距的聚焦元件，而第五区域具有至少一个具有不同于第四焦距的第五焦距的聚焦元件。

7、如权利要求 1 的屏，其中第一双面凸状透镜图案的诸聚焦元件在膜第一表面上基本上直线对准。

8、如权利要求 1 的屏，其中第一双面凸状透镜图案的诸聚焦元件在膜第一表面上基本上非线性对准。

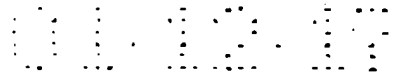
9、如权利要求 8 的屏，其中第一双面凸状透镜图案的诸聚焦元件形成一同心图案。

10、如权利要求 9 的屏，其中同心图案的中心与第一表中心有位移。

11、如权利要求 1 的屏，其特征在于还包括相对于第一双面凸状透镜图案设置的第二光色散元件，以色散通过第一双面凸状透镜图案的光。

12、如权利要求 11 的屏，其中第二光色散元件包括装有膜的块漫射体。

13、如权利要求 11 的屏，其中第二光色散元件包括多个置于膜内的光色



散颗粒。

14、如权利要求 11 的屏，其中第二光色散元件包括膜上的色散表面。

15、如权利要求 1 的屏，其中第一双面凸状透镜图案的至少一个聚焦元件具有光轴偏离表面分布中心的表面分布。

16、如权利要求 15 的屏，其中第一双面凸状透镜图案的诸聚焦元件具有光轴有选择地偏离各自分布中心的分布，从而沿不同于入射方向的所选方向引导穿过第一双面凸状透镜的诸聚焦元件的光。

17、如权利要求 1 的屏，其中第一双面凸状图案的至少一个聚焦元件具有相对于表面分布的光轴不对称的表面分布。

18、如权利要求 1 的屏，其中接近屏中心的双凸聚焦元件的焦距大于更接近屏边缘的双凸聚焦元件的焦距。

19、如权利要求 1 的屏，其特征在于还包括一基板层，膜相对于该基板层设置以支承该膜。

20、如权利要求 1 的屏，其特征在于还包括图像光源，它被设置成将图像光发射到膜的面对图像光源的输入表面上。

21、如权利要求 20 的屏，其特征在于还包括一块菲涅耳透镜，在光入射到膜的输入表面上之前，用于使来自图像光源的光改向。

22、一种投射屏，其特征在于包括：

有第一表面的膜；和

第一表面上的双面凸状透镜图案，第一双面凸状透镜图案的聚焦元件的部分在第一表面上非线性延伸，相邻的聚焦元件基本上彼此平行而形成二维双面凸状透镜图案。

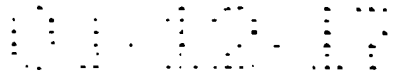
23、如权利要求 22 的投射屏，其中将二维双面凸状图案选成沿第一与第二正交方向产生特定的观察角，屏上的不同部分与不同特定观察角有关。

24、如权利要求 22 的投射屏，其中相邻聚焦元件之间的节距在屏上均一。

25、如权利要求 22 的投射屏，其中二维双面凸状透镜图案是一种同心双面凸状图案。

26、如权利要求 22 的投射屏，其中第一双面凸状透镜图案的不同聚焦元件具有不同的焦距。

27、如权利要求 26 的投射屏，其中双面凸状透镜图案包括至少第一与第



二聚焦元件，第一聚焦元件比第二聚焦元件更接近双面凸状透镜图案的中心，第一聚焦元件的焦距长于第二聚焦元件的焦距。

28、如权利要求 22 的投射屏，其特征在于还包括第二光色散元件，设置成色散被第一双面凸状透镜图案透射的光。

29、如权利要求 28 的投射屏，其中第二光色散元件包括装有膜的块漫射体。

30、如权利要求 28 的投射屏，其中第二光色散元件包括多个置于膜内的光色散颗粒。

31、如权利要求 28 的投射屏，其中第二光色散体包括膜上的光色散表面。

32、如权利要求 22 的投射屏，其特征在于还包括一图像光源，被置成向膜的面对图案光源的输入表面发射图像光。

33、如权利要求 32 的投射屏，其特征在于还包括一菲涅耳透镜，置于图像光源与膜之间，用于在图像光入射于膜上之前使来自图像光源的该图像光改向。

34、一种投射屏，其特征在于包括：

用于发射光的第一透明光发射装置；和

设置光发射装置的至少一个表面上的用于色散光的光色散装置，所述光色散装置包括至少两个光聚焦元件，在至少一个表面的一部分上非线性延伸。

35、一种投射屏，其特征在于包括：

用于发射光的第一透明光发射装置；和

设置在光发射装置的至少一个表面上的用于色散光的光色散装置，所述光色散装置包括多个光聚焦装置，用于聚焦通过发射装置的光；

其中至少一个光聚焦装置的焦距不同于另一光聚焦装置的焦距。

说明书

带不同光学放大率双面凸状透镜的投影屏

背景技术

本发明一般涉及透射屏，尤其涉及适用于背投系统的透射屏。

背投屏通常被设计成将投射到屏背后的图像发射入观看空间，投影系统的观看空间可能相当大(如背投电视)或相当小(如背投数据监视器)。背投屏性能可用各处屏特性描述，用于描述屏性能的典型屏特性包括增益、观察角、分辨率、对比度、存在的不希望的人为现象(色彩、斑点)等。一般希望背投屏具有高分辨率、高对比度和大增益，还希望屏能在很大的观看空间内散发光。不幸得很，正如下面要详述的，如果提高了一个屏特性，则另一个或另几个屏特性就会劣化。例如，为了用同一个整体结构提高屏增益，通常会劣化观察角(便于观看屏的角度)。因此，为了对特定背投显示装置制作一个其性能总体上可接受的屏，要在屏特性与性能方面作某些折衷。

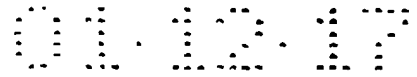
因此，对使用这种屏的背投显示装置而言，在符合必需的最小性能标准的同时，要求屏提高总体性能。

发明内容

通常，本发明涉及背投屏组件，尤其涉及把双面凸状透镜膜用作光色散元件的背投屏。双面凸状透镜膜可以包括不同焦度的双面凸状透镜，或包括以二维图案形成的双面凸状透镜。本发明旨在提高被处于特定位置的观察者看来整个屏面的亮度均匀性，该特定位置一般被造成在特定应用中观察者最有可能出现的位置。

在一实施例中，本发明是一种与光源联用的背投屏，包括一块有第一与第二发射区的基板。第一双面凸状透镜图案位于至少一部分基板第一表面上，对基板提供光学焦度。双面凸状透镜图案第一区域包括具有第一焦距的聚焦元件，而且第二区域包括具有与第一焦距不同的第二焦距的聚焦元件。

在另一实施例中，本发明是一背投屏，包括在其第一表面上有双面凸状透镜图案的基板。第一双面凸状透镜图案的聚焦元件在第一表面范围内基本上为



非线性，邻近的聚焦元件基本上相互平行而形成一种二维双面凸状透镜图案。

在本发明再一个实施例中，屏包括发射光的第一透明光发射装置和置于光发射装置至少一个表面上的光色散装置，而光色散装置包括多个聚光装置，用于聚焦通过发射装置的光。至少一个聚光装置的焦距不同于另一聚光装置的焦距。

上述发明内容并不是描述本发明的每个图示实施例或每种实施方法。下面的附图与详述将更具体地说明这些实施例。

附图简介

通过下面结合附图对本发明各种实施例的详述，可以更全面地理解本发明，其中：

图 1 示出一背投显示器；

图 2A 与 2B 示出背投显示器特定实施例的截面图；

图 3 示出光学增益与观察角(垂直与水平角度)的曲线图；

图 4A 示出双面凸状透镜的一实施例；

图 4B 示出穿过图 4A 双面凸状透镜的截面；

图 5A 示出本发明一特定实施例的可变放大率双面凸状透镜膜；

图 5B 示出穿过图 4A 可变放大率双面凸状透镜膜的截面；

图 5C 示出图 5A 与 5B 所示可变放大率双面凸状透镜各部分的观察角；

图 6 示出本发明另一实施例的另一可变放大率双面凸状透镜膜；

图 7A-7D 示意示出本发明不同实施例的具有不同轨线的可变放大率双面凸状透镜；

图 8 示出本发明一实施例的具有两种交叉双面凸状图案的可变放大率双面凸状透镜；

图 9A 示出本发明一实施例中层迭至整块漫射膜的可变放大率双面凸状透镜膜；

图 9B 示出本发明一实施例中配有整块漫射粒的可变放大率双面凸状透镜膜；

图 9C 示出本发明一实施例中带光色散表面的可变放大率双面凸状透镜膜；

01.10.17

图 10A-10C 示出本发明诸特定实施例的二维双面凸状透镜图案；

图 11A 示出本发明一实施例的另一可变放大率双面凸状透镜膜，包括偏置光轴的透镜；

图 11B-11D 示出各种双面凸状透镜交叉截面；

图 12 示出本发明的样品屏组件的结构；

图 13 示出的增益是样品屏组件的中心与边缘各点观察角的函数；和

图 14 示出在样品屏组件的边缘与中心之间的分数增益。

虽然本发明适合于各种修正与替代形式，但是其特点已在附图中的例子示出，并作详述。然而，应该理解，本发明并不限于这些描述的具体实施例。相反地，本发明包括落在所附面所规定的要发明精神与范围内的所有修正、同等方案与替代方案。

详细描述

本发明一般适用于多种不同的屏组件，尤其适合背投系统使用的屏组件。具体而方，本发明应用于观察者最可能的位置时是有利的：本发明适用于将来自屏所有部分的光导向最可牟的观察者位置，以便提高整个屏的亮度均一性。

现参照图 1、2A 与 2B 描述背投显示器 100。该显示器包括将图像投射到屏 104 背面的图像投影仪 102。该图像由屏 104 发射，使屏 104 后面某一点的观察者 106 能看到经屏 104 投射的的图像 108。背投显示器 100 可以是例如背投电视或背投计算机监视器，或任何其它背投显示设备。

根据本发明一实施例，在背投显示器 100 中可用基于液晶显示器(LCD)的图像投影仪 102 把图像投射到屏组件 104 的背面上。背投显示器的大小可以不等，从较小的数据监视器到大屏电视与视频墙。投影显示器 100 还要可以领带于其机壳内折迭的图像投射路径，如题为“投射图像”的欧洲专利申请 EP783133 所描述的各种投射系统，其内容结合在此作参照。从下述说明可以知道，这类系统尤其得益于下述各种屏组件的应用。

现在更详细地说明各种屏特性。一个主要的屏特性是增益。屏的增益代表作为观察角函数的屏的亮度，通常用理想朗伯反射器校正该增益，而理想朗伯标准的增益对所有角度都为 1。屏(或屏元件)的最大增益对应于某一角度的最高增益，例如从后面以法向入射角照射的整块漫射屏的最大增益，一般可对通

01.10.17

过该屏以与屏表面法线成某一角度发射的光观察到。

另一主要屏特性是观察角。这里使用的屏的观察角是屏增益跌至最大增益一半的角度。在许多情况下，该观察角对应于发射图像的强度跌至垂直于屏表面发射的光强一半的角度。

背投系统的具体应用决定了所需的观察角。通常将尽量多的光从屏导向观察者最可能出现的区域是有利的，例如，若背投显示器是数据监视器，那么观察者一般相对于该屏在中央位于离屏 1~3 英尺以内。观察者的眼睛可能高于垂直于屏中心的一条线，但是观察者一般在观看该屏时不会离屏超过一二英尺的距离。另外，出于保密等原因，可能希望减少从屏以相对于该屏的法线成例如 30 度或更大角度出射的光量，这样就减少了远离屏的轴线而且或许未获准观察屏上内容的人偷看屏上信息的机会。

背投屏的另一种应用在家庭电视系统里，此时通常希望通过大的角度从屏水平地投射图像，因为观看者一般不直接坐在电视屏的正面。另一方面，很少有观看者观看电视屏的位置远远高于或低于该屏，因而常常希望减小沿垂直方向发射图像的角度。这样，电视观察角在垂直方向一般小于水平方向。另外，来自电视屏的光的垂直发散度最好相对于屏的法线向下倾斜，这样例如可让观看者从地板上观看电视。将光从电视屏向上偏移并不主要，因为观看者一般不会站着看电视。

现在参见图 2A，将图像投影 102 产生的图像光 110 导向屏组件 124。屏组件 124 一般包括若干不同的层，用于控制观看者看得见的图像，包括色散层 134，还包括作的玻璃板 136。色散层 134 把通过屏特定点的光色散或漫射成一锥角，使位于屏远侧的观看者能从该特定点探测出图像光。显然，色散层 134 通常色散整个屏所有点的光，让观看者能看到图像投影仪 102 投射到屏组件 124 上的整幅图像。

同轴光线 112 由色散层 134 色散而产生观察角 2θ 。来自图像投影仪 102 的离轴光线 110 照射屏组件 124 的边缘，与同轴光线 112 分离成 α 角。当离轴光线 110 通过色散层时，它们关于光线 111 成 $\pm\theta$ 色散，好相对屏法线以 α 角色散。应该明白，由于光色散现象可能对来自图像光源的光的入射角很敏感，所以屏边缘的观察角不一定与屏中心的观察角一样。

图 2B 示出另一个屏组件 104，其中来自图像投影仪 102 的光 110 在色散

01.12.17

层 114 上入射之前，先被菲涅耳透镜 113 准直。色散层 114 在支持层 116 上，而支持层可以是例如玻璃屏，此时经屏 104 边缘发射的色散光围绕垂直于屏的光线 115 色散。与没有任何菲涅耳透镜的屏组件 124 相比，屏组件 104 的一个优点在于，减小了必须色散来自屏边缘的光以便让同轴的观看者探测到角度。由于色散光的强度一般随有增大而减小，所以与不同菲涅耳透镜的屏组件相比，观看者在有菲涅耳透镜的屏组件 104 上看到的图像，整个屏一般呈现出更均一的强度。

图 3 示出一例电视屏的期望增益特性。图示的两条曲线 302 与 304 使增益与观察角 θ_c 相关，如可对电视使用的屏得到。较宽的曲线 302 示出的增益 G 是水平方向角 θ_c 的函数。换言之，随着观看者从旁边移离该屏，它描述了该观看者感觉得到的屏亮度。水平观察角 θ_{CH} 是水平色散光的强度跌至同轴强度或最大强度的一半的角。

较窄的曲线 304 代表作为沿垂直方向相对于该屏的角度函数的增益相依性。如上所述。为避免失去会照射地板与天花板的光，在电视场侯事一般希望以相对窄的角度范围垂直地引导来自屏的图像，从而提高观看者感到的屏亮度。此时，垂向观察角 θ_{CV} ，即光强为同轴光强或最大光强一半的色散角，要小于水平观察角 θ_{CH} 。

因此，应该明白，背投显示屏有几种观察角下对称的用法，换言之，垂向观察角 θ_{CV} 不同于水平观察角 θ_{CH} 。而且，沿一个方向如垂直方向的不一定为对称的角函数。例如，垂向增益可以随角增大到高于屏轴线比角减小到低于屏轴线更迅速地跌落，如曲线 306 所示，其最大增益处于 $\theta = 0^\circ$ ，但向下比向上散发更多光。

本申请针对屏组件中使用的色散膜，它包括通常为膜形式的双面凸状透镜阵列。双面凸状透镜阵列 400 示为图 4A 的示意形式。透镜 400 由若干平行配置的柱双面凸状透镜 402 构成。本例中，各双面凸状透镜 402 的宽度为 d ，在长度上从阵列 400 的第一边缘 406 延伸到另一边缘 408。注意，诸轴线把 X-Y 平面批示成双面凸状透镜阵列 400 的平面，把 Z 方向表示为光通过阵列 400 传播的主方向。可以为 X 方向为水平方向，Y 方向为垂直方向。

图 4B 示出穿过双面凸状透镜阵列 400 的截面图。中央透镜 412 有一光轴 410。光线 414 与 416 通过透镜 412 边缘而达到焦点，然后以角 θ ($\theta \approx d/2f_0$)



发散, f_0 是透镜 412 的焦距。同样地, 光线 424 与 426 通过一端部透镜 422 发射, 而光线 434 与 436 在双面凸状透镜阵列 400 的另一边缘通过透镜 432。如通过各透镜 402、412、422 与 432 形成的焦点画出的线 L_i 表示的那样, 阵列 400 中所有的透镜 402、412、422 与 432 都有同一焦距 f_0 。

此类双面凸状透镜阵列在背投屏中用于沿一个方向如 X 方向色散光。由于本侧双面凸状透镜的光色散为单向性, 为了沿 X 与 Y 方向色散光, 可使用两上交叉的双面凸状透镜阵列。

图 5A 示出可变放大率双面凸状透镜阵列 500 的一特定实施例。阵列 500 包括若干平行配置的柱形透镜。本例中, 各双面凸状透镜 502 的宽度为 d , 并从阵列 500 的第一边缘 506 延伸至另一边缘 508。坐标轴与图 4A 相似。

图 5B 示出穿过双面凸状透镜阵列 500 的截面图。中央透镜 512 有一光轴 510, 平等光线 514 与 516 通过中央透镜 512 的边缘到达焦点 518, 与透镜 512 的距离为 f_0 , 而 f_0 是中央透镜 512 的焦距。光线 514 与 516 从焦点 518 以相对光轴 510 为角度 D_{co} 发散。

阵列 500 一端的透镜 522 有一光轴 520。平行光线 524 与 526 入射在透镜 522 边缘上并达到焦点 528, 该焦点位置与透镜 522 分开的距离等于透镜 522 的焦距 f_1 。光线 524 与 526 各自相对于光轴 520 以角度 D_{c1} 从焦点 528 发散出去。阵列 500 另一边缘的透镜 532 的焦距也是 f_1 , 因而入射在透镜 532 任一边缘的平行光线 534 与 536 在与透镜 532 分开焦距 f_1 的某一点到达焦点 538。另外, 光线 534 与 536 相对于光轴 530 以角度 D_{c1} 从焦点 538 发散。

本例中, 双面凸状透镜阵列 500 不同透镜的焦距都不同。具体而言, 中央透镜 512 的焦距不同于阵列 500 边缘透镜 522 和 532 的焦距。因此, 双面凸状透镜阵列 500 的依赖于光线撞击阵列 500 的位置。在图示例中, 用直线 L_i 描述阵列 500 中各透镜的焦点轨线。对中央透镜 512 而言, 直线 L_i 离阵列 500 最远, 而对阵列边缘的透镜 522 与 532 而言, 直线 L_i 最接近于阵列 500。尽管把直线 L_i 画成各透镜的焦距比其更位于中央的邻近者短同一量, 但是双凸阵列申请透镜的可以变化不同的量。例如, 对接近阵列中心而不是接近阵列边缘的透镜, 焦距可在相邻透镜之间变化更大的量, 此时轨线 L_i 将在中央透镜 512 处有一交点。

双面凸状透镜对屏设计者很有利, 因为屏提供的光色散量可以被选择成对

011217

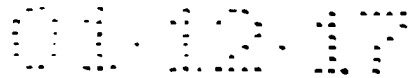
不同的屏部分不同。因此,例如为了增大到达位于屏中央的观看者的光量,设计者能设计一种边缘比中央具有更大光色散的屏。如果先前提到的,由于增益一般对较大的色散角呈衰减,所以这一点尤其重要。参见图 5C 的增益曲线。第一系曲线 550 示出屏边缘部分的增益,如果焦度在屏中央相同的活。与屏中央成一线的观看者所见到的屏边缘的亮度,定为 θ_v 下的增益,因为观看者以 θ_v 角度观看屏边缘。当用更高焦度增大屏边缘部分的色散角时,屏边缘的同轴($\theta=0^\circ$)增益从 G_1 减到 G_2 。而以 θ_v 角度到达观看者的光量却从 G_3 增大到 G_4 。

也可用宽度大于 d 的双面凸状透镜(有时称为可变节距双面凸状透镜)增大光在屏边缘的发散度。引入穿过双面凸状透镜的可变节距,如使用更大宽度的双面凸状透镜,会降低屏的分辨率。使用均一节距的可变放大率双面凸状透镜,可保持同样的分辨率,并在选择的屏区域具有不同的色散角。

图 6 示出另一个可变放大率双面凸状透镜阵列的实施例。这里,阵列 600 的透镜位于该焦距为 f_2 的阵列 600 的一个边缘,通过透镜 632 边缘聚焦的光线 634 与 636 相对于光轴 630 以角 θ_2 从焦点 638 发散。阵列 600 的中央有一焦距为 f_3 的透镜 612。通过透镜 612 边缘聚焦的光线 614 与 616 相对于光轴 610 以角 θ_3 从焦点 618 发散。阵列 600 另一边缘的第三透镜 622 的焦距为 f_4 。通过透镜 622 边缘聚焦的光线 624 与 626 相对于光轴 620 以角 θ_4 从焦点 628 发散。在此,情况下,轨线 L_i 表示阵列 600 中诸透镜的焦距从第一边缘 640 边缘地减小至另一边缘 642。

整个双面凸状透镜阵列 600 的焦距变化不一定为线性或有规则,可以呈现某一其它特征。例如,整个阵列 600 的焦距变化可在边缘之间的某一处最大,或在边缘之间达到最小,而不是在边缘处为最小值。整个双面凸状透镜阵列可以有許多不同类的焦度变化,图 7A07D 示出了一些例子。这些图表示出矩形的双面凸状透镜阵列膜,焦点轨线 L_i 是整块膜位置的函数。

在图 7A 中,轨线 L_i 有一平坦的中央部分 702,在接近双面凸状透镜阵列 700 边缘的部分 704,焦距缩短。在图 7B 中,轨线 L_i 有一平坦的中央部分 712,部分 714 向边缘减小。轨线 L_i 也有接近边缘的部分 716。在图 7C 中,轨线 L_i 具有高斯型分布,从屏 720 平坦的中央部分 722 平衡地过渡到平坦的外围部分 714。在图 7D 中,轨线 L_i 的最小处于屏 730 中央,最大 734 位于中央任一侧。



这些轨线例子不同于限制或穷尽，只是表示轨线形状变化。轨线形状不一定对双面凸状透镜阵列对称，可以不对称。

在图 8 的另一例可变放大率双面凸状透镜阵列中，双面凸状透镜 800 有兩上双面凸状透镜子阵列 802 与 804。第一子阵列 802 是一个可变放大率平行透镜 812 的双面凸状透镜阵列，适于在 X-Z 平面内色散光。形成于双面凸状透镜 800 另一侧的第二双面凸状透镜子阵列 804，是一个可变放大率平行透镜 822 的双面凸状透镜阵列，与第一子阵列 802 交叉，使不沿 Y-Z 平面色散。因此，应用两种交叉的可变放大率双面凸状透镜图案，允许光沿两个方向色散。各可变放大率双面凸状透镜图案透镜的焦度，可设计成在整个 9800 提供特定不对称或非均一的光分配。

图 9A-9C 示出不同实施例的双面凸状透镜膜，也可提供附加的光色散。图 9A 的膜 900 包括一块可变放大率双面凸状透镜膜 902，例如它通过层迭、粘附、涂布等法与色散膜 904 接触。若色散膜 904 是整块漫射体，如图所示，它包括的若干颗粒 906 具有不同于膜 908 连续相折射率的折射率。颗粒 906 的随机定向、形状与位置，导致光通过整块漫射体 904 色散。这种色散一般呈对称，即形成圆截面的锥体。另一类可使用的色散膜 904 是珠状膜。

图 9B 是可变放大率双面凸状透镜膜 920 的另一实施例。本例中，双面凸状透镜膜 920 本身在其边疆相 924 内含有漫射颗粒 922。这种膜 920 的优点在于，由双凸面 926 提供一维色散，由整块漫射颗粒 922 提供二维色散，造成不对称色散图案。

图 9C 是另一实施例的可变放大率双面凸状透镜膜 940。本例中，膜 940 的一面有一可变放大率双面凸状透镜表面 942，另一面 944 作为另一色散表面。色散表面 944 可以是任何合适的色散表面，例如包括随机表面漫射体、全息漫射表面或微结构漫射表面。除了双凸表面单独提供的光色散外，可变放大率双面凸状透镜表面还可配用提供附加光色散特性的膜。

配用超过双面凸状透镜图案提供特性的附加光色散，优点在于可进一步控制观察角。例如，研究一下色散角为 30° 的整块漫射体与作 20° 水平色散的双面凸状透镜的组合情况。将整块漫射与双面凸状透镜色散组合成单块膜，水平观察角约为 50° ，垂直观察角约 30° 。由于一块膜有不对称的观察角，故屏组件更简单，制造费用较廉。

01.10.17

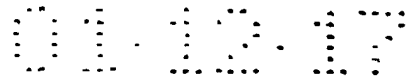
另外，由于该色散膜只在一侧有简单的双面凸状图案，色散膜的制造就比膜每一侧都有双面凸状图案的情况更容易。若双面凸状图案的曲率半径较小，通常更容易制造优质的双凸结构。在双面凸状透镜膜在输入与输出两侧都有双面凸状透镜图案时，希望把第二双凸表面埋在低折射率材料中。由于双面凸状透镜与低折射率材料间的折射率差一般小于双面凸状透镜与空气间折射率，第二双面凸状图案就要求更大的曲率，制造起来更困难。单一双面凸状透镜结构与整块漫射体等另一色散体相结合，可避免将双面凸状透镜表面埋入低折射率材料的问题。

此外，可在其上形成双面凸状透镜阵列的膜内散布吸光颗粒。例如，若吸光颗粒在可见光谱内表明有均一的吸光度，则吸光颗粒一般将给与该屏一种灰色或中性色调。吸光颗粒可在可见光谱的较佳部分吸光，对膜提供选择的色彩特性。

双面凸状透镜的透镜不必在整个镜面线性延伸。透镜可以是曲面或非线性，以形成二维的双面凸状图案而不是端直或线性透镜得到的一维图案。图 10A 示出一特定实施例的可变放大率双面凸状透镜膜，其中双凸膜 1000 包括一系列同心双面凸状透镜 1002，而不是前述实施例中的端直透镜。这一结构的优点在于，相地于交叉、端直双面凸状图案，可以改进屏边角的照射无一性，在观看者的眼睛与屏同轴时尤其如此。这种双面凸状透镜图案称为二维，因为双面凸状透镜沿 X 与 Y 两个方向色散光。反之，图 5A 的例子，单个端直双凸阵列只沿 X 方向特性，因而称为一维。接近阵列 1000 中央的双面凸状透镜 1004 的焦度可以与远离阵列 1000 中央 1008 的双面凸状透镜 1006 不同。在这种结构中，虽然可将双凸阵列图案设置在膜的一侧，但是仍能将来自阵列 1000 边角的光转向与屏中心 1008 成一线的观看者，这是期望的。

二维双凸阵列图案经选择，可产生任何特定期间的光色散图案。例如，图 10B 约双凸阵列 1050 有一种呈现旋转对称的双面凸状图案，像阵列 1000 的图案一样，但这里的转轴 1058 的中心偏离该阵列的中心。这样，该阵列 1050 色散的光更多地引导到相对图案 1058 的中心处于(X, -Y)象限的观看者，而不是与阵列 1050 的中心对准。例如，像壁装型显示器情况那样，在知道观看者偏离屏中的情况下，这是有利的。

图 10C 是另一种二维阵列双凸阵列图案。图中的双面凸状图案 1060 为椭



圆形，椭圆双面凸状透镜在屏 1064 的中心的点 1062 周围同心。由于椭圆图案的主轴不水平，所以这种图案通常可望对屏上更多的点增大垂直观察角更甚于水平观察角。

可以使用其它二维双面凸状图案，应该理解，并不打算把二维图案限制于图 10A 与 10B 的图案，二维双面凸状图案不一定旋转对称，也无须以任何方式呈对称。

不要求把双凸阵列中的透镜配置成使它们的光轴居于中央，光轴可以偏离透镜中心，因而除了以特定方向色散光以外，透镜还可再导光。这种情况示于图 11A。在该例中，双面凸状透镜阵列膜 1100 包括一双凸表面 1102，其中的中央透镜 1112 有一长焦距 f_4 。另外，光轴 1110 相对透镜 1112 居中。因此，光线 1114 与 1116 在位置 1118 上聚焦，绕光轴 1110 以光散角 D_{C3} 呈对称发散。

可以形成阵列 1100 中另一块透镜，如焦距为 f_5 的透镜 1122，使其光轴不穿过透镜中心。此时，进入透镜 1122 的光线 1124 与 1126 通过焦点 1128 引导，从焦点相对于透镜 1122 的轴线呈不对称发散。直线 1129 代表通过透镜 1122 中心的光线。特性线 1129 由阵列膜 1100 发射后，导离光轴 1120，此时导向轴线 1110。光线 1124 与 1126 通过焦点 1128 后，相对光轴 1120 分别以角 D_{C4} 与 D_{C5} 呈不对称色散。因此，可变放大率双面凸状透镜阵列可以包括其光轴偏离透镜中心的透镜，故能大范围重导光。

在可变放大率双面凸状透镜中，任何透镜的截面分布可为任何所需的形状。因 11B 中，扩展的细部示出了阵列 1100 的一块透镜 1132。镜面 1134 有一圆分布，半径为 r ，这类经常使用，但容易引入像差。另一可能的分布 1136 示于图 11C，其中表面分布 1136 为非球面，可形成为高次多项式。再一种分布 1138 示于图 11D，该分布 1138 关于 Z 轴 1140 不对称。因此，通过该表面分布的光经历不同的聚焦作用，取决于光照射哪一部分镜面。

制作一种一维的可变放大率双面凸状透镜阵列屏组件，结果如下。图 12 的屏组件 1200 由三层构成，即透镜膜 1202、基板膜 1204 和块漫射膜 1206。

透镜膜 1202 用折射率约 1.51 的丙烯酸盐制成，双面凸状透镜以均一节距 $200\mu\text{m}$ ，双面凸状透镜在屏中心的光学放大率是以对平面波入射光产生 20° 的观察角，在屏边缘(约离中心 7 英寸)的光学放大率是以对平面波入射光产生约 45° 的观察角。该透镜膜在金刚石平削的主辊上模压制成。

01.10.17

基板膜 1204 是一层约 $250\mu\text{m}$ (10 密耳) 原的聚碳酸酯。块漫射膜 1206 的涂层厚度约 $270\mu\text{m}$ (10.6 密耳), 用折射率约 1.47 的树脂制成, 树脂埋有重量约 15% 的颗粒, 平均粒度约 $5\mu\text{m}$, 颗粒折射率为 1.54。屏组件 1200 不要求聚碳酸酯基板膜 1204。

屏组件 1200 的观察角, 即全角度、半最大强度角, 在屏中心测量为 44° (水平) 和 42° (垂直), 在屏边缘测量为 56° (水平) 和 42° (垂直)。

对于离法向入射 20° 角在输入表面 1208 上的平面波照射, 测量了屏增益: 在屏中心与屏边缘测量的增益结果示于图 13。第一曲线 1302 是在屏中心测得的增益, 第二曲线 1304 是在屏边缘测得的增益, 鉴于照射光的角度, 每条曲线在约 20° 处出现峰值。对于在 $-18^\circ \sim +45^\circ$ 的角度, 曲线 1302 在屏中心测得的增益高于曲线 1304 在屏边缘的增益。然而, 在观察角小于 -18° 或大于 $+45^\circ$ 时, 曲线 1304 在屏边缘的增益高于曲线 1302 在屏中心的增益。因此, 在这些较大的观察角下, 与双面凸状透镜膜在其宽度上具有恒定放大率的情况相比, 看到的屏具有更均匀的照射。

图 14 更详细地示出了这一情况, 说明了屏中心与边缘的百分数增益差, 对每个观察角值计算了该增益差, 好从第二曲线 1304 的值中减去第一曲线 1302 的值, 并归一化为第二曲线 1304 的值。这样, 观察角在 $-18^\circ \sim +45^\circ$ 时, 有一增益净减, 这对应于第一曲线 1302 高于第二曲线 1304 的区域。然而, 对于小于 -18° 而大于 $+45^\circ$ 的观察角, 则净增很大, 观察角为 -55° 时接近 15%。这说明可变放大率双面凸状透镜屏有利于提高整个屏的亮度均一性, 在用户靠近该屏且正以大角度观看屏某些部分时尤其有好处。

以上对可变放大率双面凸状透镜屏描述了若干不同的方法。应该明白, 这些方法可以组合使用, 如不同的二维双凸阵列图案可以配用不同的双面凸状透镜分布。另外, 透镜焦点不同的轨线可以配用二维双面凸状图案。例如, 应用块漫射体的附加色散可以配用任何一种可变放大率双面凸状透镜阵列。这些实例并不限制可能使用的不同组合结构。

要指出, 为了提高屏强度的均一性, 本发明可根据屏入射光的特性与预期的观察者位置, 来选择双面凸状透镜阵列中各块透镜的放大率。另外, 本发明还可检屏特性的不足。

如上所述, 本发明适用于背投屏, 相信尤其适用于要求不对称观察角的应

01.10.17

用场合。因此，不应认为本发明限于上述诸特定实例，应理解为包括所附权利要求规定的所有方面。本领域技术人员显然明白，可应用本发明的各种修正、同等过程和众多结构都以本说明书内容为导向，权利要求包罗了这类修正与装置。

01.12.17

说明书附图

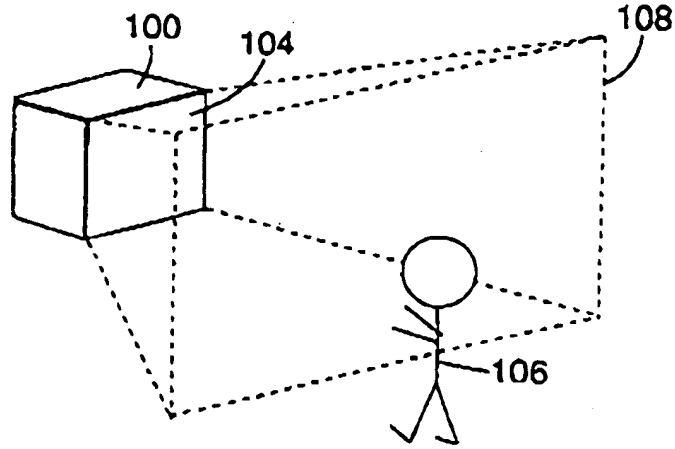


图 1

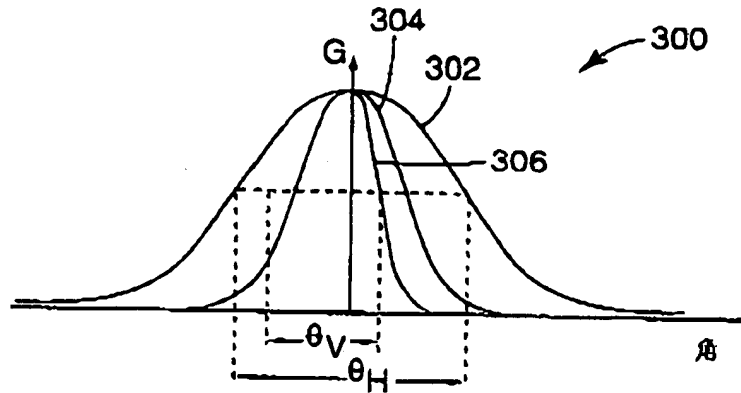


图 3

01-12-17

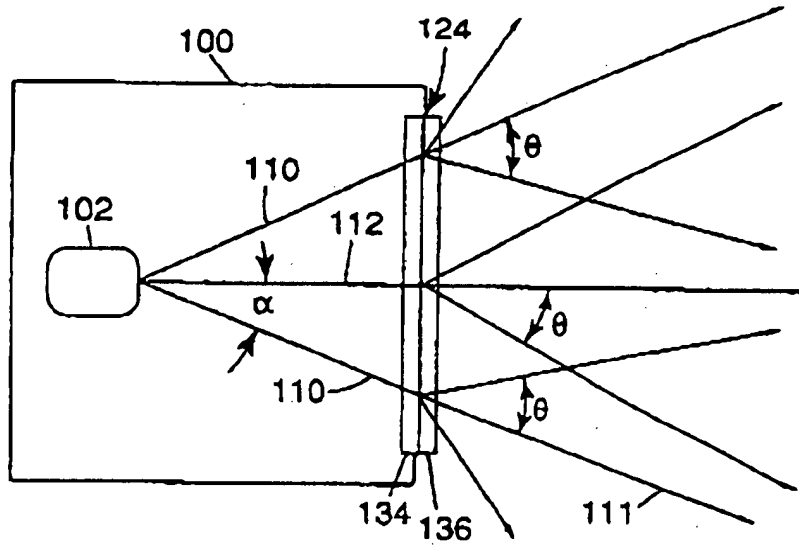


图 2A

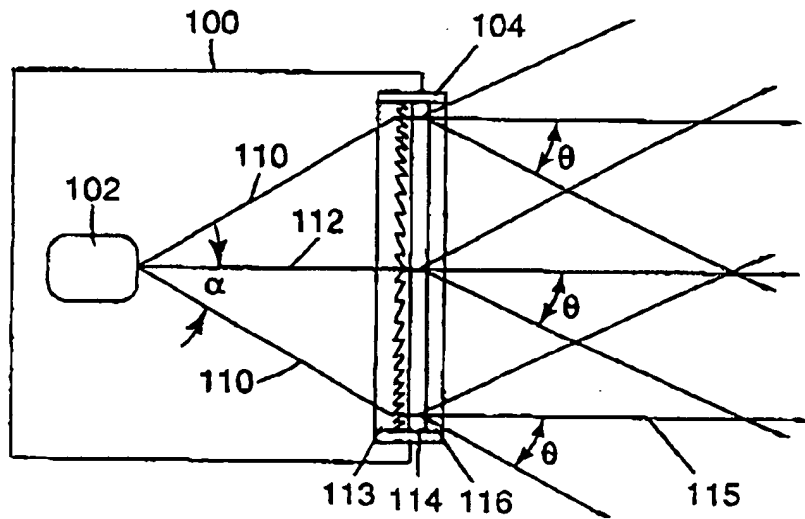


图 2B

01-12-17

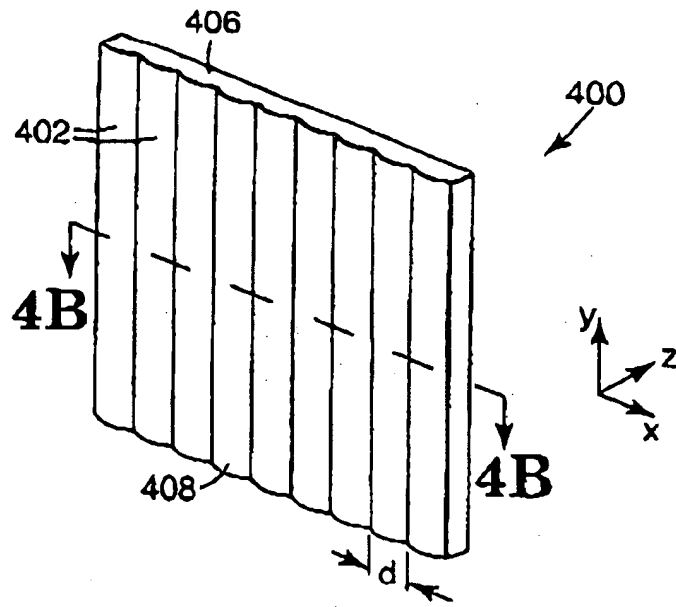


图 4A

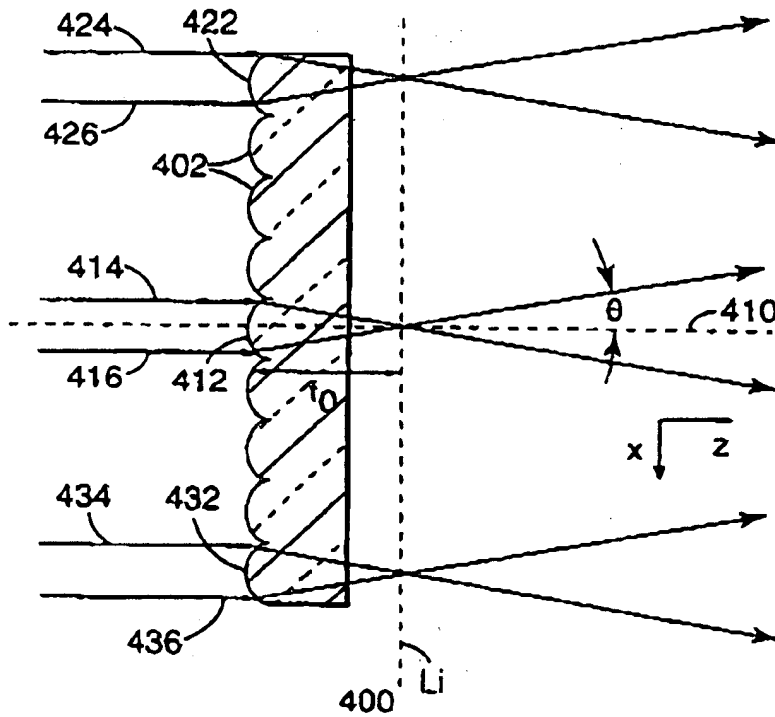


图 4B

01.10.17

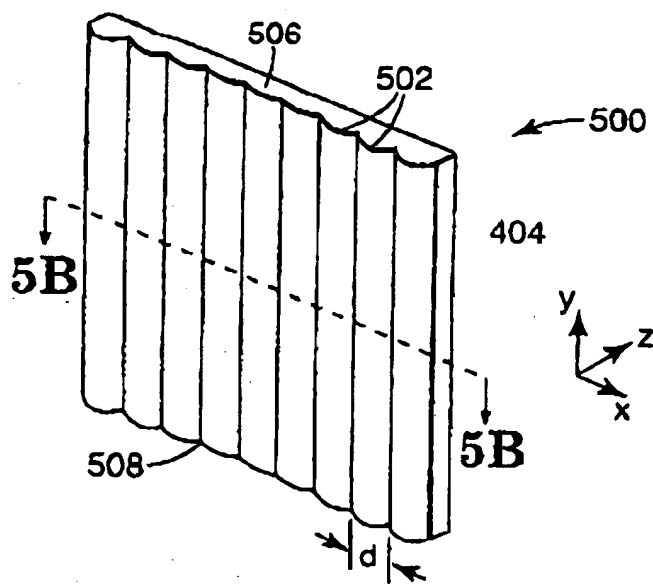


图 5A

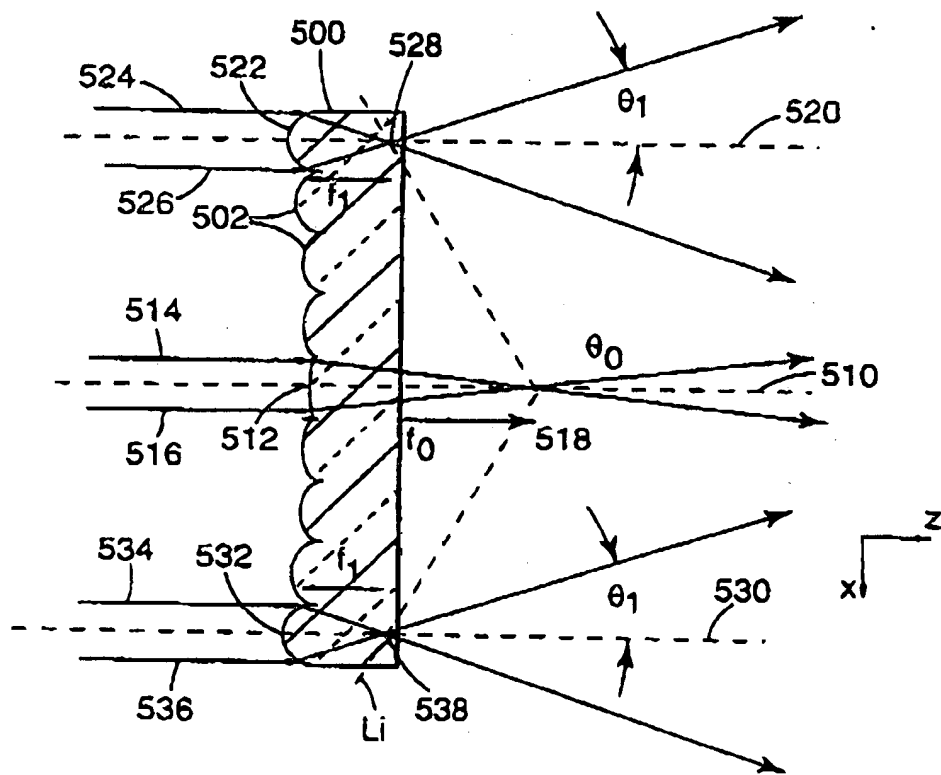


图 5B

01.10.17

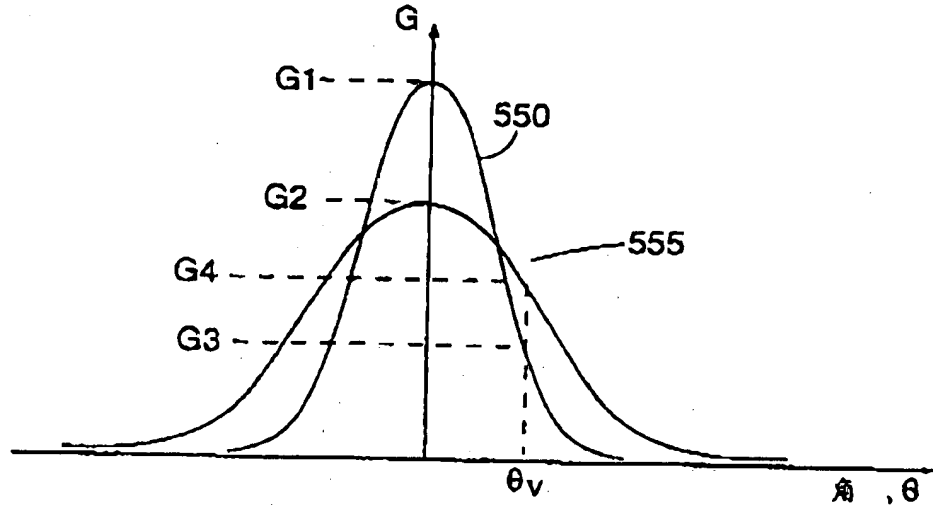


图 50

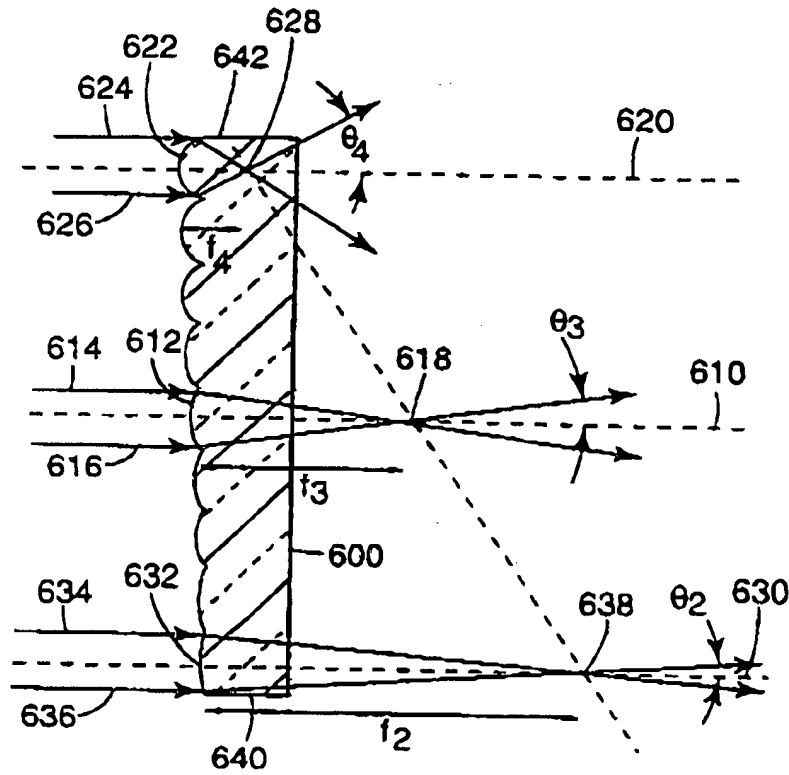


图 6

01.12.17

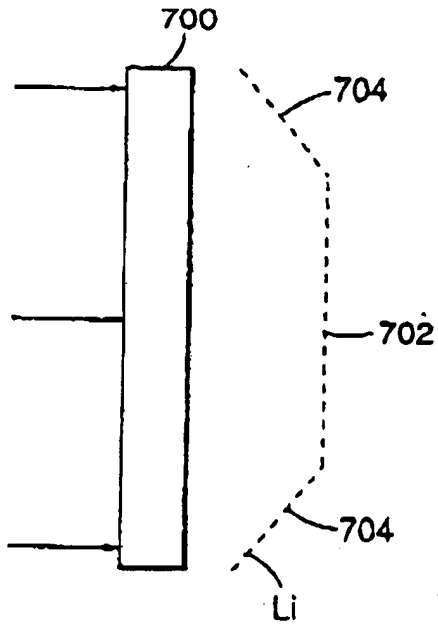


图 7A

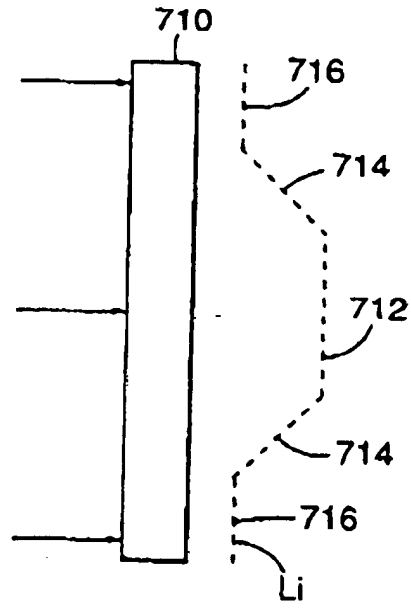


图 7B

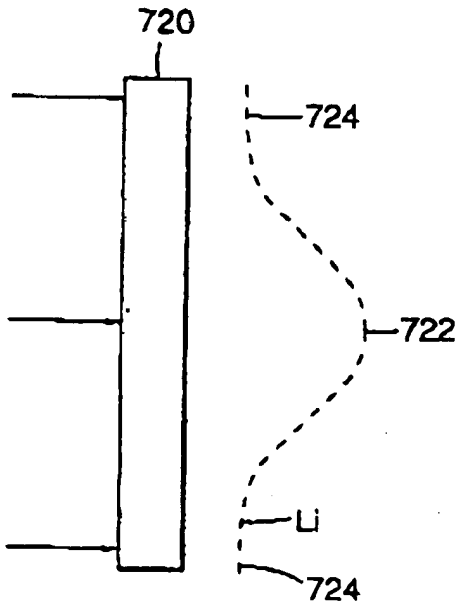


图 7C

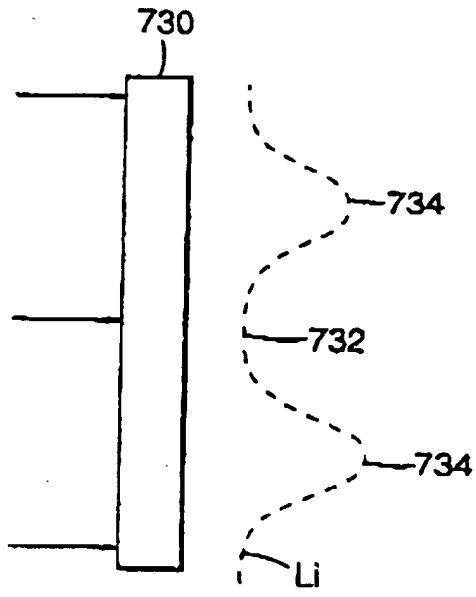


图 7D

01-12-17

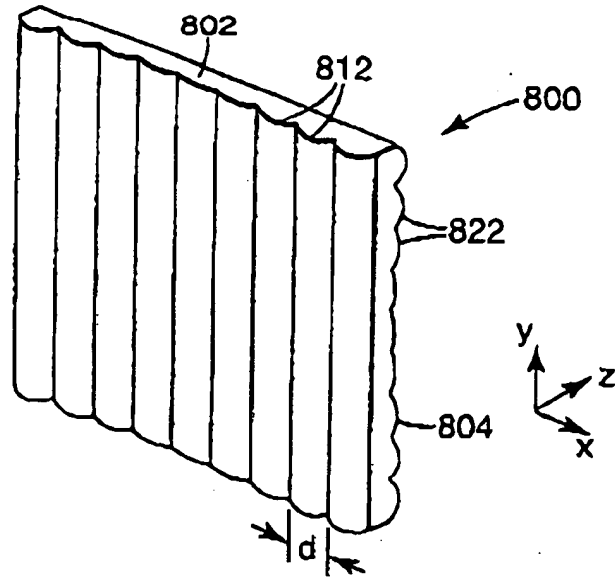


图 8

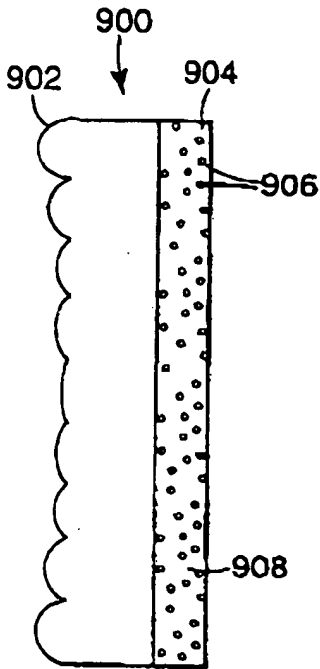


图 9A

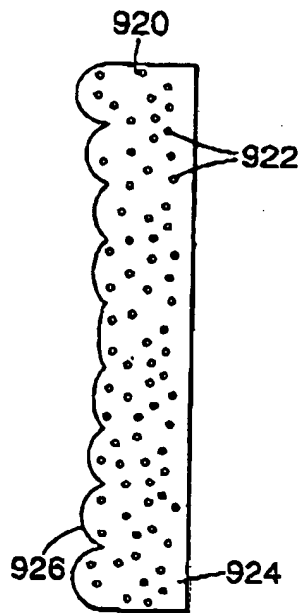


图 9B

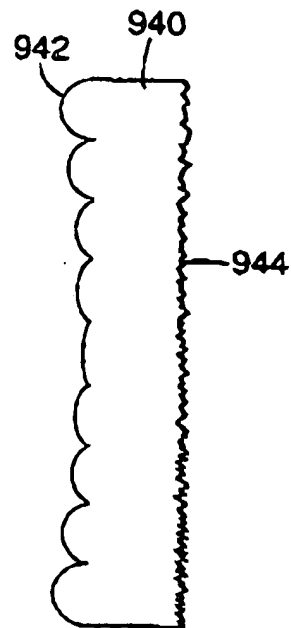


图 9C

011217

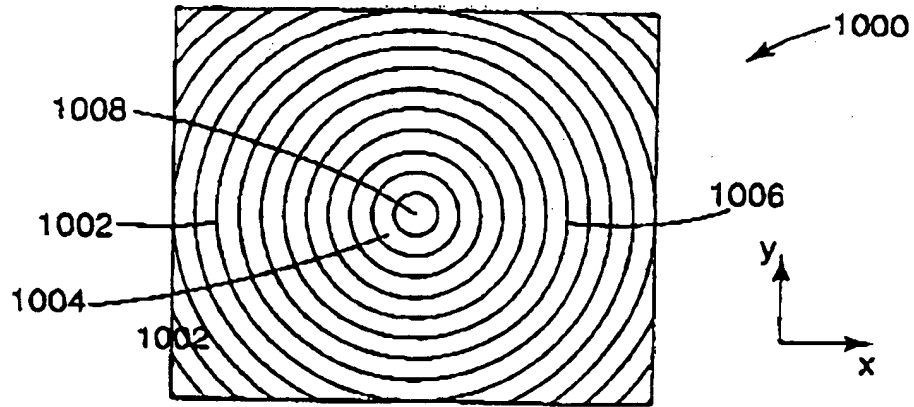


图 10A

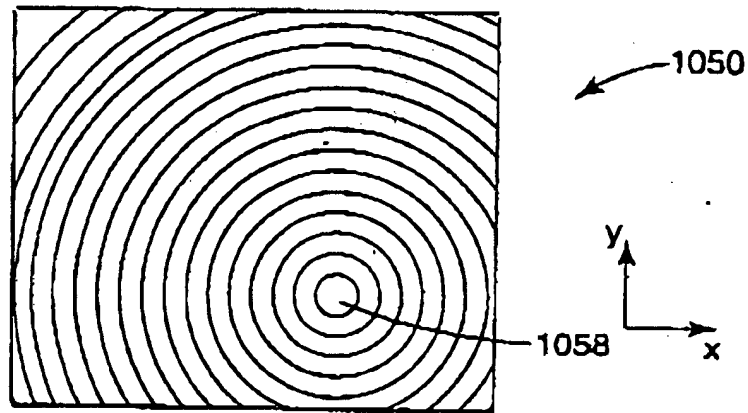


图 10B

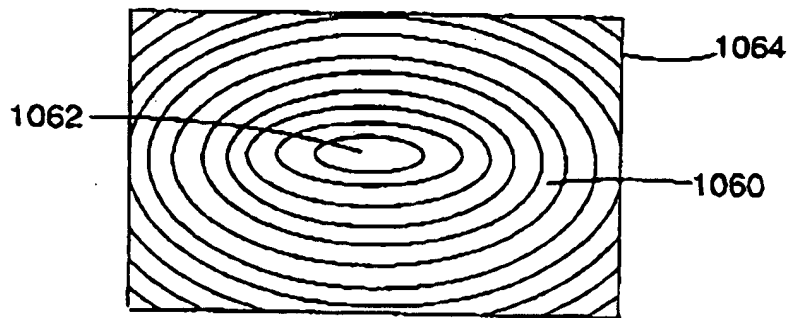


图 10C

01.10.17

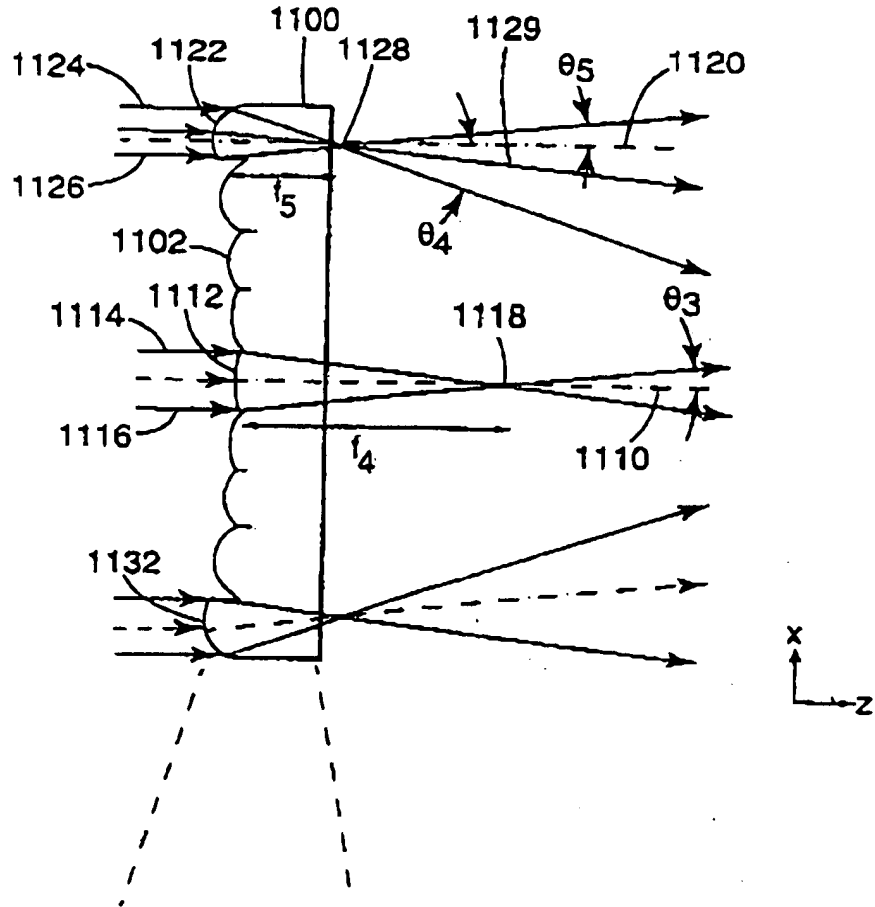


图 11A

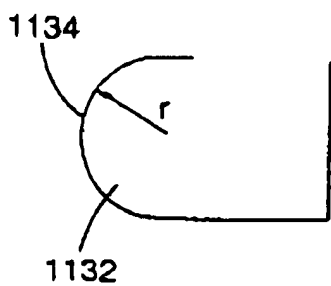


图 11B

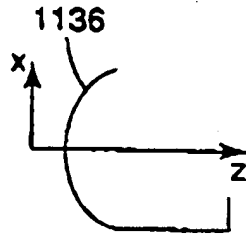


图 11C

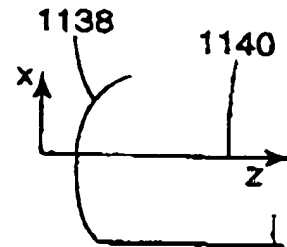


图 11D

41-10

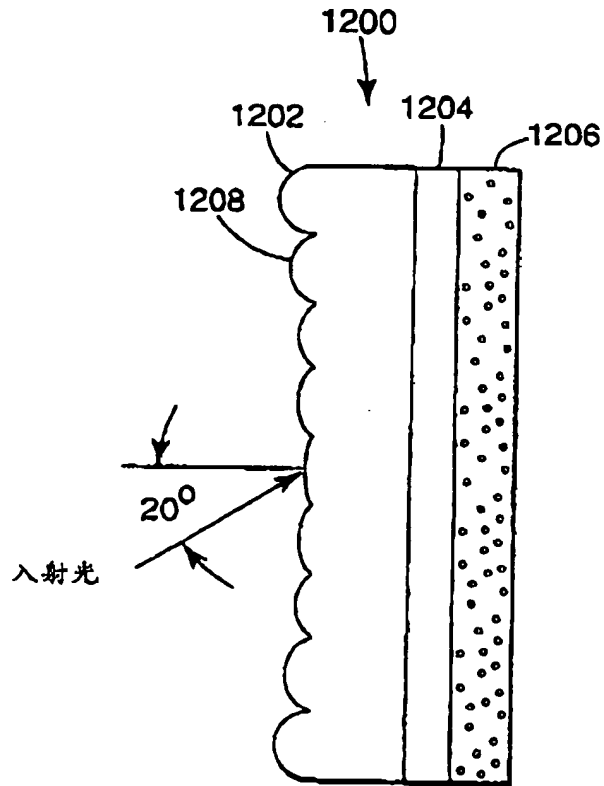


图 12

01-12-17

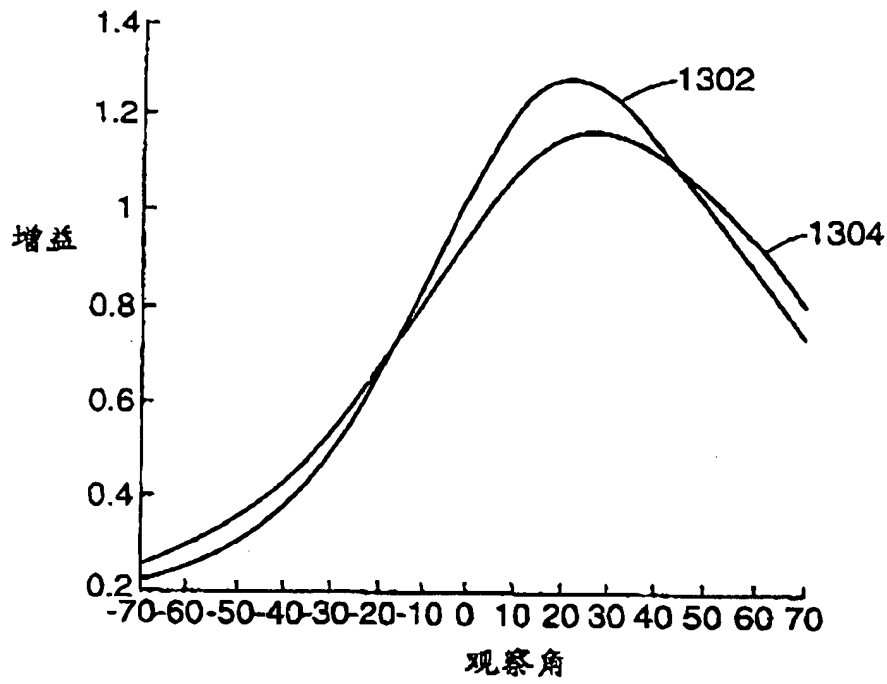


图 13

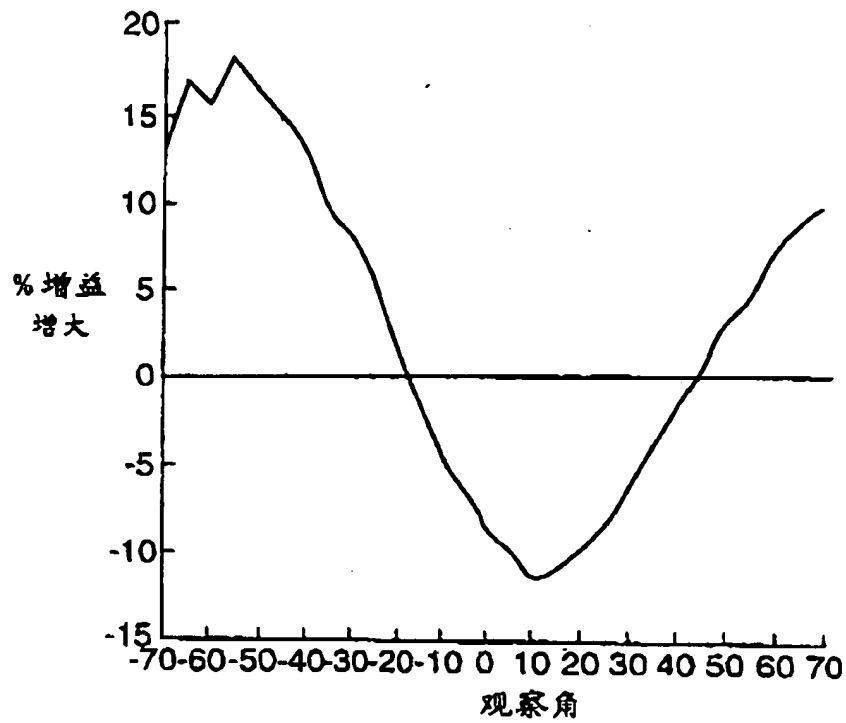


图 14